心理科学进展　2019, Vol. 27, No. 1, 70–82
Advances in Psychological Science　DOI: 10.3724/SP.J.1042.2019.00070

电子媒体使用对睡眠的影响、机制及其干预*

陈庆伟[1,2]　汝涛涛[1,3]　罗　雪[2,1]　董巧玲[2,1]
翟迪国[1,3]　熊　晓[4]　周国富[1,3,5]

([1]华南师范大学，国家绿色光电子国际联合研究中心，广州 510006) ([2]华南师范大学心理学院，光与身心健康研究中心，广州 510631) ([3]华南师范大学，华南先进光电子研究院，广东省光信息材料与技术重点实验室&彩色动态电子纸显示技术研究所，广州 510006) ([4]北京益普索市场咨询有限公司，北京 100029) ([5]深圳市国华光电科技有限公司，深圳 518110)

摘　要　电子媒体设备日益流行的同时，睡眠问题也日趋加重，主客观研究均发现电子媒体使用会对睡眠产生消极影响。背后的加工机制涉及睡眠置换、唤醒、屏幕光和电磁辐射。可以通过睡眠卫生教育、限制电子媒体使用、屏蔽屏幕蓝光等方式进行干预。未来研究需要从理论机制的整合、因果关系的确定、测量方式的客观化和标准化、使用情况细化和本土化研究方面做努力。

关键词　电子媒体；睡眠；睡眠置换；屏幕光；唤醒；电磁辐射
分类号　B849: R395

随着科技的发展，电子媒体设备(如手机、电脑、电子阅读器、游戏主机等)在生活中随处可见，人们花费大量时间使用该类设备进行工作、社交、娱乐和学习。伴随数字技术和电子媒体内容的渗透，新生儿从出生开始就受其影响，成为数字原住民(李宜霖，周宗奎，牛更枫, 2017)。据统计，超过三分之二的未成年人每天使用电子媒体两个小时以上(Atkin, Sharp, Corder, & van Sluijs, 2014)。在美国的一项全国性调查中，90%被访者在上床前一小时内都会使用某种电子媒体(Gradisar et al., 2013)。

电子媒体是一把双刃剑，在给人们生活带来巨大便利的同时，也可能对身心健康造成一系列不良影响，如过度和不良的电子媒体使用方式可能会导致肥胖、抑郁、学习成绩下降、社交障碍等一系列问题(Robinson et al., 2017)。其中，电子媒体使用对睡眠的影响不容小觑，近年来，学界对该领域的研究颇为关注，并提醒大众对电子媒体的过度泛滥要提高警惕，倡导理性使用。

随着电子媒体的日益流行，睡眠问题也呈现日趋严重的态势。如流行病学的调查发现，所有国家的儿童和青少年都没有得到足够的睡眠。上个世纪以来，儿童和青少年的睡眠时长至少减少一个小时(Matricciani, Olds, & Petkov, 2012)。而最近的一项元分析表明，睡眠障碍在我国大学生中非常普遍，发生率为 25.7% (Li et al., 2018)。此外，我国老年人的睡眠状况也不容乐观(Lu et al., 2017)。不良的睡眠模式和一系列身心健康问题均有密切联系，如抑郁(Riemann, Berger, & Voderholzer, 2001)、肥胖(Liu, Zhang, & Li, 2012)、心脑血管疾病(Cappuccio, Cooper, D'Elia, Strazzullo, & Miller, 2011)、癌症(Qin, Zhou, Zhang, Wei, & He, 2014)等，甚至会增加死亡风险(Gallicchio & Kalesan, 2009)。

之前国内学者从生态科技亚系统理论和数字原住民假说出发，从宏观和微观的视角系统阐释

收稿日期：2018-03-19
* 国家重点研发计划项目(2016YFB0401202)，广东省创新科研团队(2013C102)，教育部“长江学者和创新团队发展计划”项目滚动支持(No. IRT_17R40)，广东省光信息材料与技术重点实验室(2017B030301007)，广州市类纸显示材料与器件重点实验室(201705030007)，教育部光信息国际合作联合实验室，国家高等学校学科创新引智计划 111 引智基地项目资助。
通信作者：汝涛涛, E-mail: taotao.ru@m.scnu.edu.cn;
周国富, E-mail: guofu.zhou@m.scnu.edu.cn

了数字技术对个体社会性与人格、认知以及大脑的结构和功能等方面的影响(李宜霖 等, 2017), 而关于电子媒体使用对于睡眠的影响却并未涉及, 本文试图从这个视角切入, 系统综述电子媒体使用对睡眠的影响、机制及其预防措施。

1 电子媒体使用对睡眠的影响

大量研究表明, 电子媒体使用不仅会对睡眠的主观参数(如睡眠质量、睡眠时长等)产生影响, 而且也会对睡眠的客观参数(如睡眠结构等)产生不同程度的影响。目前, 该领域的研究主要采用横断研究的方式探讨二者之间的相关关系, 也有少量研究使用实验室研究和纵向研究的方法试图探明二者之间更加明确的因果关系。下面我们将从这两方面的研究系统阐述电子媒体使用对睡眠的影响。

1.1 电子媒体使用对睡眠的影响: 主观测量的证据

主观睡眠参数的测量主要采用自陈问卷的方式进行, 总的来说, 可以分为两类: 自我报告量表和父母报告量表(Ji & Liu, 2016)。其中自我报告量表中使用最广泛的是匹兹堡睡眠质量指数(Pittsburgh Sleep Quality Index) (Buysse, Reynolds, Monk, Berman, & Kupfer, 1989), 该问卷具有良好的信效度, 是睡眠领域的经典问卷, 经国内学者的翻译修订(刘贤臣 等, 1996), 可用于对失眠患者睡眠质量的综合评价(路桃影, 李艳, 夏萍, 张广清, 吴大嵘, 2014)。父母报告量表中的儿童睡眠习惯量表(Children's Sleep Habits Questionnaire, CSHQ)也在该领域研究中得到广泛应用(Owens, Spirito, & Mcguinn, 2000), 修订后的版本适用于中国学龄儿童(Li et al., 2007)和学龄前儿童(Liu, Wang, Tang, Wen, & Li, 2014)。除了标准化的问卷量表之外, 睡眠日志在睡眠研究中是应用最广的、可靠的睡眠参数记录方法(任志洪 等, 2016)。

国外有专家针对学龄儿童和青少年群体的电子媒体使用和睡眠之间的关系进行了综述和元分析, 结果发现, 电子媒体使用与睡眠质量、睡眠数量和日间睡意均有十分显著的相关关系(Cain & Gradisar, 2010; Carter, Rees, Hale, Bhattacharjee, & Paradkar, 2016; Hale & Guan, 2015)。例如, Carter 等人(2016)对带有屏幕的便携移动设备(如手机、平板电脑等)和睡眠各变量之间的关系进行元分析发现, 床上电子媒体的使用与不良睡眠质量、较短的睡眠时长以及过多的日间睡意均存在十分显著的相关关系, 且这种关系十分稳定。Hale 和 Guan (2015)对学龄儿童和青少年的视屏时间(screen time)与睡眠之间关系的研究进行系统性综述, 他们将视屏时间分为电视、电脑、电子游戏、移动设备和未分类五种类型, 分别总结它们和睡眠主要参数之间的关系, 结果发现, 90%的研究均发现视屏时间和睡眠质量(主要是睡眠时长和入睡时间)之间存在负相关关系。更早的一项综述也发现了类似的结果(Cain & Gradisar, 2010)。学龄前的婴幼儿群体也显示出相似的结果模式(Cheung, Bedford, Saez De Urabain, Karmiloff-Smith, & Smith, 2017; Nathanson & Beyens, 2018; Tso et al., 2016)。而成人群体的研究结果则相对没那么一致。如有研究发现了电子媒体使用对睡眠的消极作用(Exelmans & van den Bulck, 2015), 而有的研究却并未发现电子媒体使用对睡眠的显著影响(Exelmans & van den Bulck, 2016;Leech, 2017)。

1.2 电子媒体使用对睡眠的影响: 客观测量的证据

客观睡眠参数主要利用体动记录仪和睡眠多导记录仪(polysomnograph, PSG)采集。PSG 是测量睡眠参数的"金标准", 它可以记录个体睡眠时的体动、呼吸、血氧、心跳、脑电等活动, 并且通过视频记录下个体睡眠时的状态, 此外, 它还能客观测量主要的睡眠参数: 如入睡潜伏期(sleep onset latency), 睡眠总时间(total sleep time), 睡眠效率(sleep efficiency), 入睡后醒来时长(wake after sleep onset), 在床总时间(time in bed)等(Blood, Sack, Percy, & Pen, 1997)。经过专业培训和指导之后, 研究人员还可以根据 PSG 记录到的相关数据和信号对睡眠进行分期, 以更加全面地了解个体睡眠的情况和动态变化过程。体动记录仪所记录到的睡眠参数虽然没有 PSG 丰富和全面, 但是由于其便捷性和经济性, 在实际研究中也得到广泛使用, 它得出的睡眠数据和 PSG 也有一定的可比性, 在一定程度上可以代替 PSG 进行睡眠参数的客观测量(van de Water, Holmes, & Hurley, 2011)。

目前关于电子媒体使用和睡眠之间的实验研究较少。2015 年, 有学者对比了夜间睡前阅读 4 个小时纸质书和电子书对睡眠的影响, 结果发现相对于纸质书来说, 使用电子书会显著抑制褪黑素分泌, 从而导致入睡时间延迟, 快速眼动睡眠减少, 次日醒来之后也感觉更累, 更难完全清醒

过来(Chang, Aeschbach, Duffy, & Czeisler, 2015)。后续研究发现阅读时间减少到两小时也能得到类似的结果(Rångtell et al., 2016)。随后的一项随机对照实验发现，相对于纸质书来说，在床上阅读电子书会显著减少慢波活动(Grønli et al., 2016)，慢波活动对内稳态睡眠压力十分敏感(Borbély, Daan, Wirz-Justice, & Deboer, 2016)，这也就意味着，电子书阅读会减少内稳态睡眠压力，从而让被试更难进入睡眠。然而，最近有一项针对顶尖运动员的研究却发现，睡前使用两个小时平板电脑并不会影响睡眠(Jones et al., 2018)。这一方面可能是因为顶尖运动员本身就具有良好的睡眠习惯，另一方面，也可能是因为该研究样本量较小(只有8个)所致。

2 电子媒体使用对睡眠的影响机制

前人的研究中提出了四种理论假设来解释电子媒体使用对睡眠影响的作用机制(Cain & Gradisar, 2010)，这四种机制如下：

2.1 睡眠置换(sleep displacement)理论

该理论认为电子媒体使用作为一种非组织化的休闲活动(van den Bulck, 2000)，没有明确的起止时间和时间限制(Kubey, 1986)，容易导致睡眠时间的置换，从而影响睡眠时间和睡眠质量(Kubiszewski, Fontaine, Rusch, & Hazouard, 2014; Twenge, Krizan, & Hisler, 2017; van den Bulck, 2000, 2004; Westerik, Renckstorf, Wester, & Lammers, 2005) (如图 1 所示)。这种现象在儿童和青少年群体中尤为普遍(Adam, Snell, & Pendry, 2007; Hysing et al., 2015; Reynolds et al., 2015)。最近，Exelmans 和 van den Bulck (2017)将闭眼时间纳入，对上床时间(bedtime)和睡眠起始时间之间的阶段进一步细分，将上床时间之前的阶段称为睡眠置换阶段一，而将上床时间到闭眼时间的这段闭眼潜伏期(shuteye onset)称之为睡眠置换阶段二，在传统的睡眠置换理论的基础上，提出睡眠置换双阶段理论(如图 2 所示)，从而对传统的睡眠置换理论进行了扩展和延伸。

2.2 唤醒理论

唤醒理论认为电子媒体内容中可能包含大量的暴力和色情信息(Brown et al., 2006;Dill & Dill, 1999)，容易导致个体的生理唤醒和心理唤醒水平明显升高，产生恐惧、焦虑和压力反应(Anderson et al., 2010;Harrison & Cantor, 1999;van der Molen & Bushman, 2008)，从而使人难以入睡，睡眠质量下降(如图 3 所示)。然而，近期一个研究却发现

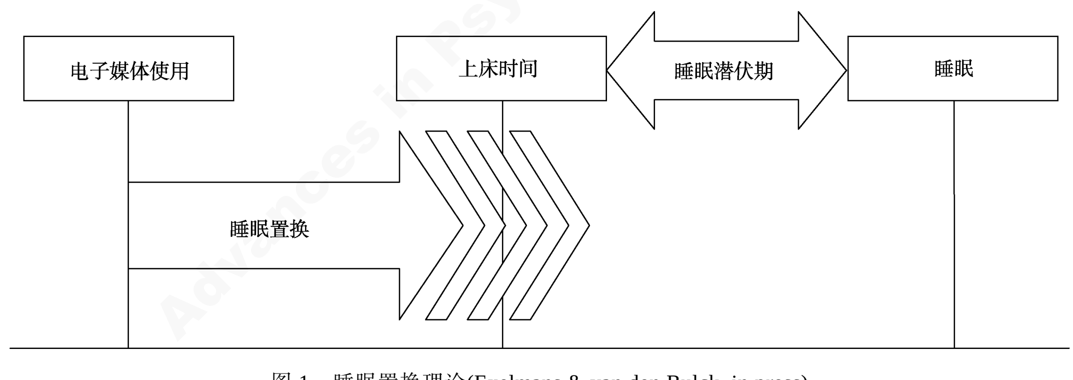


图 1 睡眠置换理论(Exelmans & van den Bulck, in press)

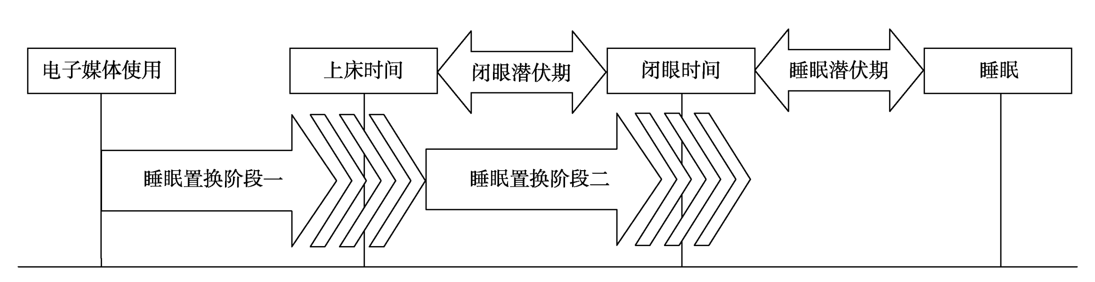


图 2 睡眠置换双阶段理论(Exelmans & van den Bulck, in press)

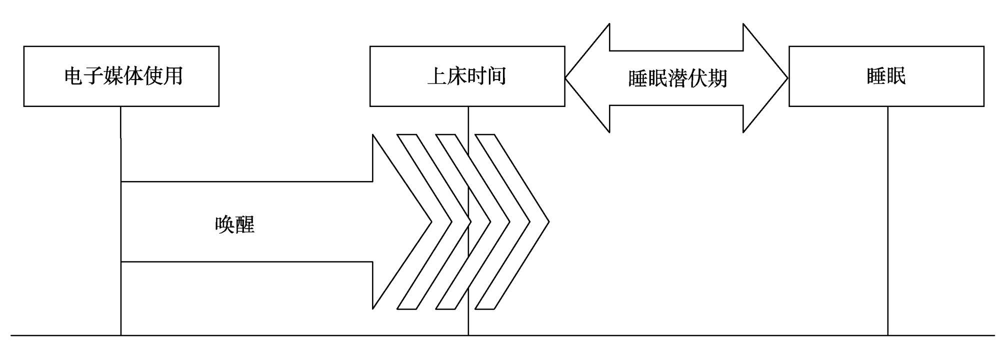


图 3　唤醒理论

睡前玩视频游戏对心率和入睡时间没有显著影响(King et al., 2013), 这也意味着, 唤醒作为解释电子媒体对睡眠影响的机制还需要进一步探讨。

2.3　屏幕光理论

屏幕光理论认为电子设备屏幕发出的光会干扰褪黑素分泌和生理节律, 从而延迟入睡时间, 影响睡眠(Cajochen et al., 2011; Chang et al., 2015; Chellappa et al., 2013; Green, Cohen-Zion, Haim, & Dagan, 2017, 2018; Grønli et al., 2016; Wood, Rea, Plitnick, & Figueiro, 2013) (如图 4 所示)。而新一代的电子媒体设备普遍使用发光二极管(light-emitting diodes, LED)作为屏幕材质, 该材质的屏幕通常会发出褪黑素敏感的短波长蓝光, 这会显著抑制褪黑素的分泌(Berson, Dunn, & Takao, 2002; Chellappa et al., 2013), 从而影响睡眠质量。

需要注意的是, 屏幕光对褪黑素分泌和生物节律的影响具有一定的时间累积效应, 因此, 使用时间是需要考虑的重要变量之一。最近一项研究使用平板电脑分别对比了三种屏幕光条件(亮、暗屏幕光和过滤了短波成分的屏幕光)在一个小时使用之后, 对青少年睡前警觉性、睡眠和日间功能的影响进行了研究, 结果发现, 三种条件之间的差异微乎其微(Heath et al., 2014)。另一项研究也发现类似结果(Wood et al., 2013), 然而, 在使用时间延长到两小时之后, 电子媒体使用对睡眠的影响就开始显现出来(Orzech, Grandner, Roane, & Carskadon, 2016), 屏幕光会显著抑制褪黑素的分泌, 从而推迟入睡时间。

此外, 一系列研究表明, 通过屏蔽或者过滤屏幕光中的蓝光成分, 就可以显著改善睡眠质量(Ayaki et al., 2016;van der Lely et al., 2015; Wood et al., 2013), 这也为该机制的合理性提供了进一步证据。另外, 一项最新研究发现, 除了传统的电话之外, 带屏幕的电子设备均对醒后的日间绩效表现有不良影响(Johansson, Petrisko, & Chasens, 2016), 这也为该理论提供了间接佐证。

2.4　电磁辐射理论

该理论认为电子设备发射的电磁辐射会改变睡眠结构(Hamblin & Wood, 2002; Loughran et al., 2005), 推迟褪黑素的分泌时间(Wood, Loughran, & Stough, 2006), 从而影响睡眠质量(如图 5 所示)。然而, 近期的一项研究却表明, 电磁辐射并不会影响 7 岁儿童的睡眠质量(Huss et al., 2015)。最新的一篇综述系统回顾了电磁辐射对人体睡眠、生理节律和认知的影响, 结果发现电磁辐射对睡眠的影响结论并不一致(Singh & Pati, 2016), 因此

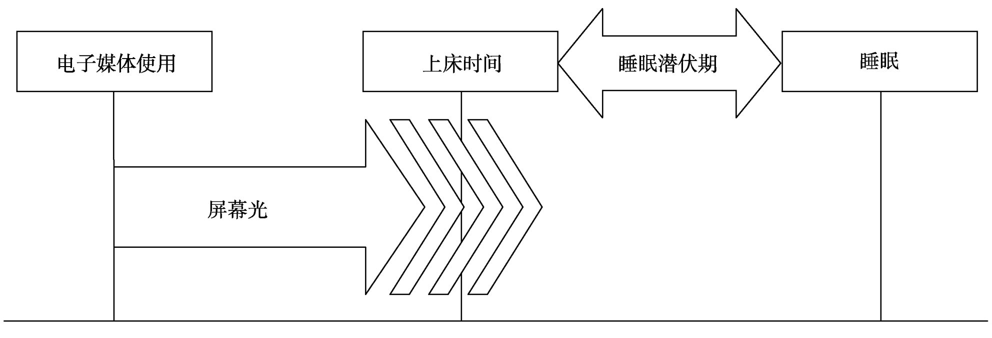


图 4　屏幕光理论

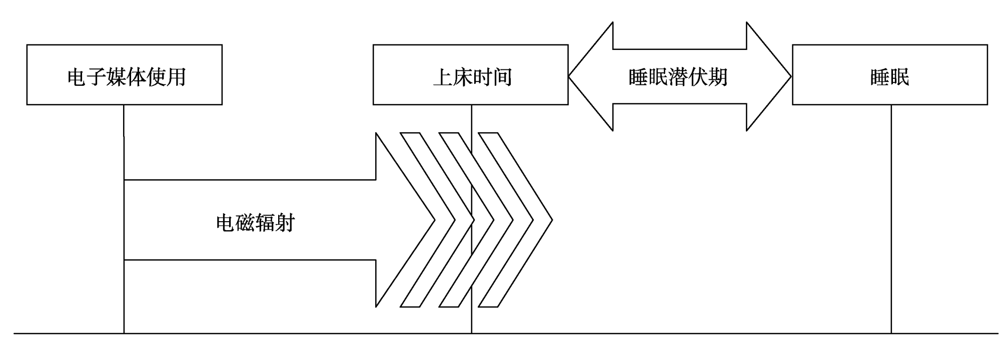


图 5 电磁辐射理论

还需要更多研究来进一步对该机制进行探索。

综上所述，四种机制分别从不同角度对电子媒体对睡眠的影响进行解释，如睡眠置换理论从使用时间，唤醒理论从使用内容，屏幕光理论从屏幕光的非视觉效应，电磁辐射理论从电磁辐射对褪黑素抑制的角度对该议题进行不同角度的剖析。其中，睡眠置换理论对睡眠时长的减少解释较好，然而，电子媒体使用不仅对睡眠时长有消极影响，它还对睡眠的其他指标，如入睡潜伏期、睡眠效率等有影响，而对于这些指标的影响，睡眠置换理论不能做出理想的解释。此外，该机制对于这种现象的解释也过于简单，不够深入。虽然最近有学者对该理论进行了一定的细化和扩展，提出了睡眠置换的双阶段理论(Exelmans & van den Bulck, 2017)，然而，双阶段理论本质上跟经典的睡眠置换理论是一脉相承的，以上这些问题依然没有得到很好解决。最后，该理论在对现象进行解释的时候也存在一定的群体适用性，它在青少年和儿童群体中的解释力较强，而成人的相关研究似乎并不支持该理论。成人群体的研究发现，虽然电子媒体的使用会推迟入睡起始时间，但它同时也会推迟起床时间，因此，睡眠总时长很少受影响(Custers & van den Bulck, 2012; Exelmans & van den Bulck, 2015, 2016)。最近一项加拿大的研究甚至发现了和青少年群体相反的结果，该研究发现 1998 年到 2010 年屏幕使用时长和睡眠时长均有所增加，且两者存在显著的正相关关系(Leech, 2017)。这表明屏幕使用时间的增加并不一定会导致睡眠时长的减少。这有可能是因为成人比青少年更有能力调控自己的日常作息，从而能够根据电子媒体的使用情况来灵活调整自己的入睡和起床时间。

而对于唤醒理论和电磁辐射理论，这两个理论虽然有部分实证研究支持，但是其得出的结果还很不一致，需要未来研究进一步探索。目前研究结论较为一致的就是屏幕光理论。该理论根植于光照的非视觉效应(陈庆伟 等, 2018; 毛天欣 等, 2018; 朱莹莹, 汝涛涛, 周国富, 2015)，从生理机制层面对这种现象进行了有力解释，并且有干预研究作为佐证，对于人们的日常生活来说具有重要的实践指导意义。但是前人研究发现，没有屏幕光参与的电子媒体使用活动也会对睡眠有所影响，对于这类现象，屏幕光理论并不能给予理想的解释。

3 电子媒体使用对睡眠影响的预防和干预措施

首先要对公众进行睡眠卫生教育，使他们了解有关睡眠的科学知识，特别是电子媒体使用对睡眠的影响，提高大众健康睡眠的意识。比如通过在学校进行睡眠教育课程能够有效改善青少年主客观睡眠(Barber & Cucalon, 2017; Kira, Maddison, Hull, Blunden, & Olds, 2014)。另外，美国儿科协会每隔一段时间就会发布一个政策声明(Policy Statement)来系统总结电子媒体使用对儿童和青少年各方面的影响，并据此提出一些应对措施，来提高公众对于电子媒体使用情况及其影响的全面认识，如 2011 年的政策声明就建议两岁以下儿童不要使用电子媒体，而两岁以上儿童的使用时间每天最多不要超过两个小时(Council On Media Communications & Brown, 2011)。这种公众教育活动也能够有效减少电子媒体使用不当所引起的消极后果。

从睡眠置换的角度来说，主要可以通过减少或限制电子媒体的使用时间来干预。尽管许多研究已经在儿童群体上探讨减少视屏时间对睡眠的

改善效果(Wahi, Parkin, Beyene, Uleryk, & Birken, 2011), 而且一些研究也把限制视屏时间作为改善公众睡眠卫生情况的一个推荐措施(Blunden & Rigney, 2015), 但是近期一个研究却发现, 连续 4 周 22:00 以后禁止使用电子媒体对于那些已经形成良好睡眠习惯的运动员的睡眠情况并无显著改善(Harris et al., 2015)。因此, 单纯限制使用时间可能并不能起到很好的效果。

从唤醒理论的角度来说, 睡前使用电子媒体的话, 可以适当观看、浏览一些有助于放松的内容, 而不要接触一些比较激烈、血腥、暴力、色情的内容。从电磁辐射理论的角度来说, 则最好把电子媒体设备放在卧室之外, 从而使该类设备发出的电磁辐射对睡眠的消极影响减到最小。

鉴于目前结论较为一致的是屏幕光理论, 因此, 现有干预研究中, 主要针对的是削弱屏幕光对睡眠的消极影响。目前研究主要从三个方面进行:

第一, 从屏幕本身材质入手, 预防思路是改进目前的LED屏幕显示技术或者发明一种新型的显示介质使得屏幕光发出的蓝光成分减少。目前已有研究在手机屏幕(Oh, Yoo, Park, & Do, 2015)和灯光设备(Brainard et al., 2013; Jou et al., 2013; Žukauskas, Vaicekauskas, & Vitta, 2012)上进行了一系列尝试并取得良好效果。近期很多商家生产和推广的低蓝光屏幕产品也体现出这个方面的趋势。值得注意的是, 目前国内已有研究团队致力于开发彩色电子纸显示技术(Shui et al., 2014; Yi et al., 2015)来减轻屏幕光对睡眠的消极影响。与 LED 屏幕不同的是, 电子纸屏幕主要是通过反射环境光从而达到显示彩色内容的目的, 这就彻底避免了 LED 屏幕自发光所带来的问题。对屏幕材质的改进虽然需要长期的资金和技术投入, 但它能从根本上减轻甚至消除电子媒体使用对睡眠的消极影响, 因此是值得深入探索的一个方向。

第二, 使用过滤膜或者防护眼镜来过滤屏幕蓝光。使用过滤膜或者防护眼镜可以选择性地过滤到特定的光谱成分(如蓝光), 从而达到保护睡眠的功用(Ayaki et al., 2016; Burkhart & Phelps, 2009; Escofet & Bara, 2017; Gringras, Middleton, Skene, & Revell, 2015; Sasseville, Paquet, Sévigny, & Hébert, 2006; van der Lely et al., 2015)。过滤膜或者防护眼镜具有经济、易于获取的优点, 在过滤蓝光方面也体现出较好的功效性, 但是二者也存在一些固有的缺陷。首先, 过滤膜必须贴在屏幕上, 而防护眼镜必须戴在用户头上, 这可能在某些场合下造成一定程度的不便。其次, 过滤膜和防护眼镜的透射率是固定不变的, 因此不能根据特定要求进行动态调节。

第三, 使用软件应用来过滤屏幕蓝光。该方法原理在于控制单个像素二极管发出光谱的相对权重, 从而达到动态调节屏幕光光谱的效用。软件应用能够在满足基本视觉要求的基础上, 尽量减少屏幕光对睡眠的消极影响。此外, 它没有实体存在, 节能环保, 用户可以根据自己的需求进行动态调节。目前该类软件应用主要有 f.lux (Escofet & Bara, 2017; Heath et al., 2014), Twilight (Bossi & Hopker, 2017), sleep-aware (Gringras et al., 2015)和苹果公司产品的“Night Shift”模式(Nagare, Plitnick, & Figueiro, in press)等。

以上介绍的干预方式在一定程度上使用的参数均比较粗糙, 未来研究还需要进一步细化相关参数, 为将来的干预研究提供更精确的指标体系。此外, 在已有研究的基础上, 其他潜在的干预方式也值得继续探索。比如光照干预, 最近一项研究发现, 白天 14:30~21:00 六个半小时的亮光(约 569 lx)照射能够有效抵消夜间两小时的平板电脑阅读对睡眠的消极影响(Rångtell et al., 2016)。此外, 睡眠的认知行为疗法, 特别是其中的自助式认知行为治疗也有望能够改善电子媒体使用导致的睡眠问题。该疗法着眼于良好睡眠习惯的养成以及不良睡眠相关认知的调整(Montgomery & Dennis, 2004; Murawski et al., 2018)。而其中的自助式认知行为治疗能够借助迷你掌上设备(Riley et al., 2010)和计算机(van Straten et al., 2014)等载体来传递认知行为疗法, 该疗法对失眠具有较好的疗效(任志洪 等, 2016), 借助它可以改变人们对电子媒体使用的认知和看法, 减弱电子媒体和睡眠二者之间的内在关联, 从而帮助人们改善睡眠问题。

4　未来研究展望

4.1　因果关系的进一步厘清

电子媒体使用和睡眠之间的因果关系目前并不十分明朗, 现有的实验室研究和纵向研究的结果并不一致。虽然前述的大部分实验研究均支持电子媒体使用会导致睡眠问题, 一些追踪电子媒

体使用长期效果的纵向研究也支持该结论，如有研究表明青少年时期每天超过 3 个小时的电视观看时间和成年早期的较高的睡眠问题发生率显著相关(Johnson, Cohen, Kasen, First, & Brook, 2004)。Nuutinen 等人(2013)的纵向研究表明，电脑使用、观看电视和卧室里电子媒体设备的存在均会减少儿童的睡眠时长。但是也有一些实验室研究发现了相反的结论。如有学者通过人为操纵睡眠时长发现，睡眠时长减少能够显著增加观看电视的时间(Hart et al., 2017)。另外一些研究也发现，人们很可能将电子媒体作为睡眠问题的一种应对手段，即电子媒体使用是睡眠问题的结果而非原因。一项为期三年的纵向研究表明，大学生的睡眠问题导致了电子媒体的使用(Tavernier & Willoughby, 2014), 甚至可能导致短信依赖和 iPod 依赖(Ferraro, Holfeld, Frankl, Frye, & Halvorson, 2015)。日本最近一项持续 6 年的研究也支持该结论，他们发现，6 岁时的入睡时间延迟和 12 岁时的电子媒体的过度使用具有显著的正相关关系(Kato, Yorifuji, Yamakawa, & Inoue, 2018)。研究者们认为之所以出现这种结果可能是因为电子媒体使用和睡眠之间的关系会随着年龄的变化而变化。而 Johnson 等人(2004)的研究也支持该假设。他们发现，14 岁时电子媒体使用时间的减少和 16 岁时睡眠问题的减少呈显著的正相关关系，而 16 岁时电子媒体使用时间的减少却和 22 岁时睡眠问题的减少没有显著关联。

还有学者基于以上这些矛盾的结果，提出两者之间可能是一种双向相关关系(Magee, Lee, & Vella, 2014)。未来需要设计更加严谨的纵向研究和反向的实验室研究(即探讨睡眠时长或者质量的改变对电子媒体使用情况的影响)来进一步确定二者之间的因果关系以及可能存在的调节变量和中介变量，如孤独感(Cacioppo et al., 2002; Carter, 2018; Carter et al., 2016)等。

4.2 测量方式的客观化和多样化

目前对于睡眠的客观测量已经有体动记录仪和“金标准”PSG, 现有的实验研究也开始逐渐采用这些方法进行实验数据的采集。对于纵向研究和某些特殊群体被试(如婴幼儿、癫痫患者)来说，使用这两种方法测量睡眠可能不太现实，目前有专家致力于开发无觉察式的睡眠监测系统，该类系统能够通过视频和无线传感的方式监测睡眠，目前的监测质量和睡眠分期结果跟 PSG 具有一定的可比性(Werth et al., 2017)。并且该类系统可以长时间工作，对被试本身的要求较少，数据采集的便利性和经济性均可以满足纵向研究，正常和特殊被试群体的研究需求，是未来研究值得考虑的记录手段之一。

就主观测量而言, Ji 和 Liu (2016)的综述发现，大部分的问卷虽然对信度进行了验证，但是效度和反应倾向(responsiveness)却并未进行检验，此外，大部分问卷均采用频次作为测量指标，严重程度也应该纳入到量表中进行测量。父母倾向于乐观估计子女的睡眠情况，从而报告的睡眠时长更长，上床时间更早(Short, Gradisar, Lack, Wright, & Chatburn, 2013), Liu 等人(2018)发现，在睡眠呼吸障碍、日间睡意和嗜睡三方面父母报告和自我报告之间相关较小，这提示我们综合使用自我报告和父母报告的重要性。采用睡眠日志的研究也要注意睡眠日志的记录至少需要 5 天以上(Short, Arora, Gradisar, Taheri, & Carskadon, 2017)。

至于电子媒体使用情况的测量则更多采用主观问卷报告的方法，且各研究使用的主观问卷调查的维度和题目大相径庭，导致研究结果之间很难进行直接对比。未来研究需要开发出测量电子媒体使用情况的调查量表，进行严格的心理测量学评估，以增加后来研究的一致性和可对比性。此外，开发电子媒体使用情况的客观测量方法也有利于未来研究的开展，如一些软件和应用程序可以自动记录手机和电脑的使用情况，未来研究可以考虑使用该类软件或者应用程序来记录电子媒体使用情况。

4.3 理论机制的整合以及本土化研究

从以上对于四种理论的对比分析可以看出，四种理论各有优缺点，解释和适用范围均存在一定局限。事实上，四种理论并非完全对立，而是存在一定的重合和交叠之处。未来研究可以在现有研究的基础上，使用更加精巧的实验设计分离出使用内容、使用时长、屏幕光和电磁辐射各方面的独立影响和它们之间的交互影响，以探明二者之间深层的加工机制，建构电子媒体使用对睡眠影响的动态模型。另外，也可以将现有的四个理论进行一定的整合，以更综合的逻辑框架对该议题进行重新审视，如图 6 所示。以睡眠置换双阶段理论为基础，分别考察屏幕光、电磁辐射和唤醒

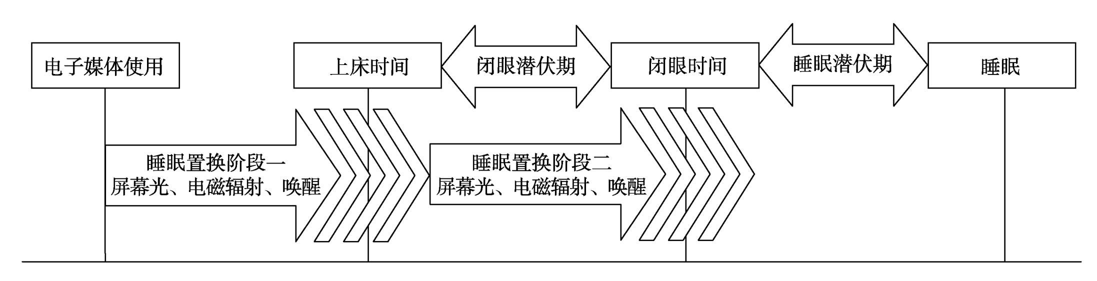


图 6　电子媒体使用对睡眠影响的综合理论框架

对睡眠置换阶段一和阶段二的不同影响，从而勾勒出电子媒体使用对睡眠影响更加完整的图景。

前文综述的研究大部分是从电子媒体的正常使用状况来看待电子媒体使用对睡眠的影响，而近年来，研究也开始渐渐转向电子媒体的病理性使用对睡眠的影响，如手机成瘾(刘庆奇，周宗奎，牛更枫，范翠英，2017)、网络成瘾(Chen & Gau, 2016)等。也有研究只关注某种特定内容的电子媒体使用情况，如社交网站使用(Sampasa-Kanyinga, Hamilton, & Chaput, 2018)。此外，不同电子媒体可能对睡眠具有不同的影响，如 Arora 等人(2014)的研究表明，所有种类的电子媒体使用都和工作日的睡眠时长负相关，手机使用、社交网站使用、玩电子游戏和听音乐与入睡困难显著相关，其中，听音乐影响最大。而 Twenge 等人(2017)区分了传统电子媒体和新媒体，发现睡眠时长的减少和新媒体而非传统媒体的使用密切相关。此外，使用目的也会对结果有所影响，例如，相对于为了工作目的，为了休闲目的而每周使用电脑超过 30 个小时更可能发生睡眠问题(Andersen & Garde, 2015)。鉴于目前电子媒体使用越来越复杂和多元化，人们往往会同时使用多种电子媒体(Calamaro, Mason, & Ratcliffe, 2009)，将来研究要对这种现象多加关注。未来研究需要在这些方面对电子媒体的具体使用情况进行细化，以更加细致地探讨电子媒体使用的不同情况对睡眠的不同影响。

相对于国外研究百花齐放的研究现状，目前国内对于该领域的研究相对较少且研究视角单一，但是随着电子媒体的日益流行和睡眠问题的日趋加重，国内学者对该议题也开始逐渐重视起来，研究数量也逐年递增。如 Li 等人(2007)使用了 CSHQ 调查了电视和电脑使用情况与学龄儿童睡眠之间的关系，发现电视和电脑使用是睡眠时长减少的主要风险因素之一(Li et al., 2010)。Zhou 等人(2012)也发现了类似的结果。对大学生(Wu, Tao, Zhang, Zhang, & Tao, 2015; Xu, Zhu, Sharma, & Zhao, 2015)和学龄前儿童(Tso et al., 2016)的调查研究也发现二者之间相似的关联模式。国内研究大多还是采取传统的问卷调查，虽然得出的结论具有一定的现实意义，但是想要解决理论机制和干预方式方面的争议，还需要更多实验室研究、纵向研究和干预研究的开展。如借鉴国外的睡眠卫生教育，开发适合国情的睡眠卫生科普活动，普及睡眠相关知识以及电子媒体使用对睡眠的消极影响及其应对措施，以帮助公众了解问题的严重性以及可能的解决方案。

致谢：衷心感谢台北市立联合医院 Ching-Sui Hung 医生对英文摘要的修改。

参考文献

陈庆伟，汝涛涛，周菊燕，李静华，熊晓，李笑然，周国富. (2018). 光照对社会心理和行为的影响. *心理科学进展*, *26*(6), 1083–1095.

李宜霖，周宗奎，牛更枫. (2017). 数字技术对个体的影响. *心理科学进展*, *25*(10), 1799–1810.

刘庆奇，周宗奎，牛更枫，范翠英. (2017). 手机成瘾与青少年睡眠质量：中介与调节作用分析. *心理学报*, *49*(12), 1524–1536.

刘贤臣，唐茂芹，胡蕾，王爱祯，吴宏新，赵贵芳，... 李万顺. (1996). 匹兹堡睡眠质量指数的信度和效度研究. *中华精神科杂志*, *29*(2), 103–107.

路桃影，李艳，夏萍，张广清，吴大嵘. (2014). 匹兹堡睡眠质量指数的信度及效度分析. *重庆医学*, *43*(3), 260–263.

毛天欣，熊晓，李静华，姚颖，杨健，李笑然，周国富. (2018). 光照的警觉性作用. *心理科学进展*, *26*(7), 1213–1222.

任志洪，谢菲，余香莲，苏文亮，陈丽君，赵陵波. (2016). 失眠的自助式认知行为治疗元分析：疗效、影响因素及证据评价. *心理科学进展*, *24*(2), 173–195.

朱莹莹, 汝涛涛, 周国富. (2015). 照明的非视觉作用及其脑神经机制. *心理科学进展*, *23*(8), 1348–1360.

Adam, E. K., Snell, E. K., & Pendry, P. (2007). Sleep timing and quantity in ecological and family context: A nationally representative time-diary study. *Journal of Family Psychology*, *21*(1), 4–19.

Andersen, L. L., & Garde, A. H. (2015). Sleep problems and computer use during work and leisure: Cross-sectional study among 7800 adults. *Chronobiology International*, *32*(10), 1367–1372.

Anderson, C. A., Shibuya, A., Ihori, N., Swing, E. L., Bushman, B. J., Sakamoto, A., ... Saleem, M. (2010). Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in eastern and western countries: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, *136*(2), 151–173.

Arora, T., Broglia, E., Thomas, G. N., & Taheri, S. (2014). Associations between specific technologies and adolescent sleep quantity, sleep quality, and parasomnias. *Sleep Medicine*, *15*(2), 240–247.

Atkin, A. J., Sharp, S. J., Corder, K., & van Sluijs, E. M. F. (2014). Prevalence and correlates of screen time in youth: An international perspective. *American Journal of Preventive Medicine*, *47*(6), 803–807.

Ayaki, M., Hattori, A., Maruyama, Y., Nakano, M., Yoshimura, M., Kitazawa, M., ... Tsubota, K. (2016). Protective effect of blue-light shield eyewear for adults against light pollution from self-luminous devices used at night. *Chronobiology International*, *33*(1), 134–139.

Barber, L. K., & Cucalon, M. S. (2017). Modifying the Sleep Treatment Education Program for Students to include technology use (STEPS-TECH): Intervention effects on objective and subjective sleep outcomes. *Stress & Health*, *33*(5), 684–690.

Berson, D. M., Dunn, F. A., & Takao, M. (2002). Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. *Science*, *295*(5557), 1070–1073.

Blood, M. L., Sack, R. L., Percy, D. C., & Pen, J. C. (1997). A comparison of sleep detection by wrist actigraphy, behavioral response, and polysomnography. *Sleep*, *20*(6), 388–395.

Blunden, S., & Rigney, G. (2015). Lessons learned from sleep education in schools: A review of dos and don'ts. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *11*(6), 671–680.

Borbély, A. A., Daan, S., Wirz-Justice, A., & Deboer, T. (2016). The two-process model of sleep regulation: A reappraisal. *Journal of Sleep Research*, *25*(2), 131–143.

Bossi, A. H., & Hopker, J. (2017). Twilight: Filter the blue light of your device and sleep better. *British Journal of Sports Medicine*, *51*(14), 1103–1104.

Brainard, G. C., Coyle, W., Ayers, M., Kemp, J., Warfield, B., Maida, J., ... Hanifin, J. P. (2013). Solid-state lighting for the International Space Station: Tests of visual performance and melatonin regulation. *Acta Astronautica*, *92*(1), 21–28.

Brown, J. D., L'Engle, K. L., Pardun, C. J., Guo, G., Kenneavy, K., Jackson, C. (2006). Sexy media matter: Exposure to sexual content in music, movies, television, and magazines predicts black and white adolescents' sexual behavior. *Pediatrics*, *117*(4), 1018–1027.

Burkhart, K., & Phelps, J. R. (2009). Amber lenses to block blue light and improve sleep: A randomized trial. *Chronobiology International*, *26*(8), 1602–1612.

Buysse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, *28*(2), 193–213.

Cacioppo, J. T., Hawkley, L. C., Berntson, G. G., Ernst, J. M., Gibbs, A. C., Stickgold, R., Hobson, J. A. (2002). Do lonely days invade the nights? Potential social modulation of sleep efficiency. *Psychological Science*, *13*(4), 384–387.

Cain, N., & Gradisar, M. (2010). Electronic media use and sleep in school-aged children and adolescents: A review. *Sleep Medicine*, *11*(8), 735–742.

Cajochen, C., Frey, S., Anders, D., Späti, J., Bues, M., Pross, A., ... Stefani, O. (2011). Evening exposure to a light-emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance. *Journal of Applied Physiology*, *110*(5), 1432–1438.

Calamaro, C. J., Mason, T. B. A., & Ratcliffe, S. J. (2009). Adolescents living the 24/7 lifestyle: Effects of caffeine and technology on sleep duration and daytime functioning. *Pediatrics*, *123*(6), e1005–e1010.

Cappuccio, F. P., Cooper, D., D'Elia, L., Strazzullo, P., & Miller, M. A. (2011). Sleep duration predicts cardiovascular outcomes: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *European Heart Journal*, *32*(12), 1484–1492.

Carter, B. (2018). Letter to the editor: Is poor sleep, and loneliness linked by increased use of technology? *Psychological Medicine*, *48*(5), 876–877.

Carter, B., Rees, P., Hale, L., Bhattacharjee, D., & Paradkar, M. S. (2016). Association between portable screen-based media device access or use and sleep outcomes: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, *170*(12), 1202–1208.

Chang, A. M., Aeschbach, D., Duffy, J. F., & Czeisler, C. A. (2015). Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness.

Proceedings of the National Academy of Sciences, *112*(4), 1232–1237.

Chellappa, S. L., Steiner, R., Oelhafen, P., Lang, D., Götz, T., Krebs, J., Cajochen, C. (2013). Acute exposure to evening blue-enriched light impacts on human sleep. *Journal of Sleep Research*, *22*(5), 573–580.

Chen, Y. L., & Gau, S. S. F. (2016). Sleep problems and internet addiction among children and adolescents: A longitudinal study. *Journal of Sleep Research*, *25*(4), 458–465.

Cheung, C. H. M., Bedford, R., Saez De Urabain, I. R. S., Karmiloff-Smith, A., & Smith, T. J. (2017). Daily touchscreen use in infants and toddlers is associated with reduced sleep and delayed sleep onset. *Scientific Reports*, *7*, 46104.

Council On Media Communications., & Brown, A. (2011). Media use by children younger than 2 years. *Pediatrics*, *128*(5), 1040–1045.

Custers, K., & van den Bulck, J. (2012). Television viewing, internet use, and self-reported bedtime and rise time in adults: Implications for sleep hygiene recommendations from an exploratory cross-sectional study. *Behavioral Sleep Medicine*, *10*(2), 96–105.

Dill, K. E., & Dill, J. C. (1999). Video game violence: A review of the empirical literature. *Aggression and Violent Behavior*, *3*(4), 407–428.

Escofet, J., & Bará, S. (2017). Reducing the circadian input from self-luminous devices using hardware filters and software applications. *Lighting Research and Technology*, *49*(4), 481–496.

Exelmans, L., & van den Bulck, J. (2015). Sleep quality is negatively related to video gaming volume in adults. *Journal of Sleep Research*, *24*(2), 189–196.

Exelmans, L., & van den Bulck, J. (2016). Bedtime mobile phone use and sleep in adults. *Social Science & Medicine*, *148*, 93–101.

Exelmans, L., & van den Bulck, J. (2017). Bedtime, shuteye time and electronic media: Sleep displacement is a two-step process. *Journal of Sleep Research*, *26*(3), 364–370.

Exelmans, L., & van den Bulck, J. (in press). Sleep research: A primer for media scholars. *Health Communication*.

Ferraro, F. R., Holfeld, B., Frankl, S. N., Frye, N., & Halvorson, N. J. (2015). Texting/iPod dependence, executive function and sleep quality in college students. *Computers in Human Behavior*, *49*, 44–49.

Gallicchio, L., & Kalesan, B. (2009). Sleep duration and mortality: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sleep Research*, *18*(2), 148–158.

Gradisar, M., Wolfson, A. R., Harvey, A. G., Hale, L., Rosenberg, R., Czeisler, C. A. (2013). The sleep and technology use of Americans: Findings from the National Sleep Foundation's 2011 sleep in America poll. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *9*(12), 1291–1299.

Green, A., Cohen-Zion, M., Haim, A., & Dagan, Y. (2017). Evening light exposure to computer screens disrupts human sleep, biological rhythms, and attention abilities. *Chronobiology International*, *34*(7), 855–865.

Green, A., Cohen-Zion, M., Haim, A., & Dagan, Y. (2018). Comparing the response to acute and chronic exposure to short wavelength lighting emitted from computer screens. *Chronobiology International*, *35*(1), 90–100.

Gringras, P., Middleton, B., Skene, D. J., & Revell, V. L. (2015). Bigger, Brighter, Bluer-Better? Current light-emitting devices——Adverse sleep properties and preventative strategies. *Frontiers in Public Health*, *3*, 233.

Grønli, J., Byrkjedal, K. I., Bjorvatn, B., Nødtvedt, Ø., Hamre, B., Pallesen, S. (2016). Reading from an iPad or from a book in bed: The impact on human sleep. A randomized controlled crossover trial. *Sleep Medicine*, *21*, 86–92.

Hale, L., & Guan, S. (2015). Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: A systematic literature review. *Sleep Medicine Reviews*, *21*, 50–58.

Hamblin, D. L., & Wood, A. W. (2002). Effects of mobile phone emissions on human brain activity and sleep variables. *International Journal of Radiation Biology*, *78*(8), 659–669.

Harris, A., Gundersen, H., Mørk-Andreassen, P., Thun, E., Bjorvatn, B., ... Pallesen, S. (2015). Restricted use of electronic media, sleep, performance, and mood in high school athletes——A randomized trial. *Sleep Health*, *1*(4), 314–321.

Harrison, K., & Cantor, J. (1999). Tales from the screen: Enduring fright reactions to scary media. *Media Psychology*, *1*(2), 97–116.

Hart, C. N., Hawley, N., Davey, A., Carskadon, M., Raynor, H., Jelalian, E., ... Wing, R. R. (2017). Effect of experimental change in children's sleep duration on television viewing and physical activity. *Pediatric Obesity*, *12*(6), 462–467.

Heath, M., Sutherland, C., Bartel, K., Gradisar, M., Williamson, P., Lovato, N., Micic, G. (2014). Does one hour of bright or short-wavelength filtered tablet screenlight have a meaningful effect on adolescents' pre-bedtime alertness, sleep, and daytime functioning? *Chronobiology International*, *31*(4), 496–505.

Huss, A., van Eijsden, M., Guxens, M., Beekhuizen, J., van Strien, R., Kromhout, H., ... Vermeulen, R. (2015). Environmental radiofrequency electromagnetic fields exposure at home, mobile and cordless phone use, and

sleep problems in 7-year-old children. *PLoS ONE*, *10*(10), e139869.

Hysing, M., Pallesen, S., Stormark, K. M., Jakobsen, R., Lundervold, A. J.,... Sivertsen, B. (2015). Sleep and use of electronic devices in adolescence: Results from a large population-based study. *BMJ Open*, *5*(1), e6748.

Ji, X., & Liu, J. (2016). Subjective sleep measures for adolescents: A systematic review. *Child: Care, Health and Development*, *42*(6), 825–839.

Johansson, A. E. E., Petrisko, M. A., & Chasens, E. R. (2016). Adolescent sleep and the impact of technology use before sleep on daytime function. *Journal of Pediatric Nursing*, *31*(5), 498–504.

Johnson, J. G., Cohen, P., Kasen, S., First, M. B., & Brook, J. S. (2004). Association between television viewing and sleep problems during adolescence and early adulthood. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, *158*(6), 562–568.

Jones, M. J., Peeling, P., Dawson, B., Halson, S., Miller, J., Dunican, I., ... Eastwood, P. (2018). Evening electronic device use: The effects on alertness, sleep and next-day physical performance in athletes. *Journal of Sports Sciences*, *36*(2), 162–170.

Jou, J. H., Hsieh, C. Y., Tseng, J. R., Peng, S. H., Jou, Y. C., Hong, J. H., ... Lin, C. H. (2013). Candle Light-Style Organic Light-Emitting Diodes. *Advanced Functional Materials*, *23*(21), 2750–2757.

Kato, T., Yorifuji, T., Yamakawa, M., & Inoue, S. (2018). National data showed that delayed sleep in six-year-old children was associated with excessive use of electronic devices at 12 years. *Acta Paediatrica*, *107*(8), 1439–1448.

King, D. L., Gradisar, M., Drummond, A., Lovato, N., Wessel, J., Micic, G., ... Delfabbro, P. (2013). The impact of prolonged violent video-gaming on adolescent sleep: An experimental study. *Journal of Sleep Research*, *22*(2), 137–143.

Kira, G., Maddison, R., Hull, M., Blunden, S., & Olds, T. (2014). Sleep education improves the sleep duration of adolescents: A randomized controlled pilot study. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *10*(7), 787–792.

Kubey, R. W. (1986). Television use in everyday life: Coping with unstructured time. *Journal of Communication*, *36*(3), 108–123.

Kubiszewski, V., Fontaine, R., Rusch, E., & Hazouard, E. (2014). Association between electronic media use and sleep habits: An eight-day follow-up study. *International Journal of Adolescence and Youth*, *19*(3), 395–407.

Leech, J. A. (2017). Changes in sleep duration and recreational screen time among Canadians, 1998-2010. *Journal of Sleep Research*, *26*(2), 202–209.

Li, L., Wang, Y. Y., Wang, S. B., Zhang, L., Li, L., Xu, D. D., ... Xiang, Y. T. (2018). Prevalence of sleep disturbances in Chinese university students: A comprehensive meta-analysis. *Journal of Sleep Research*, *27*(3), e12648.

Li, S. H., Jin, X. M., Wu, S. G., Jiang, F., Yan, C. H., Shen, X. M. (2007). The impact of media use on sleep patterns and sleep disorders among school-aged children in China. *Sleep*, *30*(3), 361–367.

Li, S. H., Zhu, S. K., Jin, X. M., Yan, C. H., Wu, S. H., Jiang, F., ... Shen, X. M. (2010). Risk factors associated with short sleep duration among Chinese school-aged children. *Sleep Medicine*, *11*(9), 907–916.

Liu, J. H., Wang, G. H., Ji, X. P., Cui, N. X., & Liu, X. C. (2018). Agreement between parent-reports and child self-reports of sleep problems in Chinese children. *Sleep & Biological Rhythms*, *16*(3), 283–291.

Liu, J. Z., Zhang, A. L., & Li, L. D. (2012). Sleep duration and overweight/obesity in children: Review and implications for pediatric nursing. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*, *17*(3), 193–204.

Liu, Z. J., Wang, G. H., Tang, H., Wen, F. M., & Li, N. X. (2014). Reliability and validity of the Children's Sleep Habits Questionnaire in preschool-aged Chinese children. *Sleep & Biological Rhythms*, *12*(3), 187–193.

Loughran, S. P., Wood, A. W., Barton, J. M., Croft, R. J., Thompson, B., Stough, C. (2005). The effect of electromagnetic fields emitted by mobile phones on human sleep. *Neuroreport*, *16*(17), 1973–1976.

Lu, L., Wang, S. B., Rao, W. W., Ungvari, G. S., Ng, C. H., Chiu, H. F. K., ... Xiang, Y. T. (2017). Sleep duration and patterns in Chinese older adults: A comprehensive meta-analysis. *International Journal of Biological Sciences*, *13*(6), 682–689.

Magee, C. A., Lee, J. K., & Vella, S. A. (2014). Bidirectional relationships between sleep duration and screen time in early childhood. *JAMA Pediatrics*, *168*(5), 465–470.

Matricciani, L., Olds, T., & Petkov, J. (2012). In search of lost sleep: Secular trends in the sleep time of school-aged children and adolescents. *Sleep Medicine Reviews*, *16*(3), 203–211.

Montgomery, P., & Dennis, J. (2004). A systematic review of non-pharmacological therapies for sleep problems in later life. *Sleep Medicine Reviews*, *8*(1), 47–62.

Murawski, B., Wade, L., Plotnikoff, R. C., Lubans, D. R., & Duncan, M. J. (2018). A systematic review and meta-analysis of cognitive and behavioral interventions to improve sleep health in adults without sleep disorders. *Sleep Medicine Reviews*, *40*, 160–169.

Nagare, R., Plitnick, B., & Figueiro, M. G. (in press). Does the iPad Night Shift mode reduce melatonin suppression?

Lighting Research and Technology.

Nathanson, A. I., & Beyens, I. (2018). The relation between use of mobile electronic devices and bedtime resistance, sleep duration, and daytime sleepiness among preschoolers. *Behavioral Sleep Medicine*, *16*(2), 202–219.

Nuutinen, T., Ray, C., & Roos, E. (2013). Do computer use, TV viewing, and the presence of the media in the bedroom predict school-aged children's sleep habits in a longitudinal study? *BMC Public Health*, *13*, 684.

Oh, J. H., Yoo, H., Park, H. K., & Do, Y. R. (2015). Analysis of circadian properties and healthy levels of blue light from smartphones at night. *Scientific Reports*, *5*, 11325.

Orzech, K. M., Grandner, M. A., Roane, B. M., & Carskadon, M. A. (2016). Digital media use in the 2 h before bedtime is associated with sleep variables in university students. *Computers in Human Behavior*, *55*, 43–50.

Owens, J. A., Spirito, A., & Mcguinn, M. (2000). The Children's Sleep Habits Questionnaire (CSHQ): Psychometric properties of a survey instrument for school-aged children. *Sleep*, *23*(8), 1043–1051.

Qin, Y. Y., Zhou, Y. H., Zhang, X., Wei, X., & He, J. (2014). Sleep duration and breast cancer risk: A meta-analysis of observational studies. *International Journal of Cancer*, *134*(5), 1166–1173.

Rångtell, F. H., Ekstrand, E., Rapp, L., Lagermalm, A., Liethof, L., Búcaro, M. O., ... Benedict, C. (2016). Two hours of evening reading on a self-luminous tablet vs. reading a physical book does not alter sleep after daytime bright light exposure. *Sleep Medicine*, *23*, 111–118.

Reynolds, C. M., Gradisar, M., Kar, K., Perry, A., Wolfe, J., Short, M. A. (2015). Adolescents who perceive fewer consequences of risk-taking choose to switch off games later at night. *Acta Paediatrica*, *104*(5), e222–e227.

Riemann, D., Berger, M., & Voderholzer, U. (2001). Sleep and depression — Results from psychobiological studies: An overview. *Biological Psychology*, *57*(1-3), 67–103.

Riley, W. T., Mihm, P., Behar, A., & Morin, C. M. (2010). A computer device to deliver behavioral interventions for insomnia. *Behavioral Sleep Medicine*, *8*(1), 2–15.

Robinson, T. N., Banda, J. A., Hale, L., Lu, A. S., Fleming-Milici, F., Calvert, S. L., ... Wartella, E. (2017). Screen media exposure and obesity in children and adolescents. *Pediatrics*, *140*, S97–S101.

Sampasa-Kanyinga, H., Hamilton, H. A., & Chaput, J. P. (2018). Use of social media is associated with short sleep duration in a dose-response manner in students aged 11 to 20 years. *Acta Paediatrica*, *107*(4), 694–700.

Sasseville, A., Paquet, N., Sévigny, J., & Hébert, M. (2006). Blue blocker glasses impede the capacity of bright light to suppress melatonin production. *Journal of Pineal Research*, *41*(1), 73–78.

Short, M. A., Arora, T., Gradisar, M., Taheri, S., & Carskadon, M. A. (2017). How many sleep diary entries are needed to reliably estimate adolescent sleep? *Sleep*, *40*(3), zsx006.

Short, M. A., Gradisar, M., Lack, L. C., Wright, H. R., & Chatburn, A. (2013). Estimating adolescent sleep patterns: Parent reports versus adolescent self-report surveys, sleep diaries, and actigraphy. *Nature and Science of Sleep*, *5*, 23–26.

Shui, L. L., Hayes, R. A., Jin, M. L., Zhang, X., Bai, P. F., van den Berg A., ... Zhou, G. F. (2014). Microfluidics for electronic paper-like displays. *Lab on a Chip*, *14*, 2374–2384.

Singh, M. M., & Pati, A. K. (2016). Effects of radiation emanating from base transceiver station and mobile phone on sleep, circadian rhythm and cognition in humans–A review. *Biological Rhythm Research*, *47*(3), 353–388.

Tavernier, R., & Willoughby, T. (2014). Sleep problems: Predictor or outcome of media use among emerging adults at university? *Journal of Sleep Research*, *23*(4), 389–396.

Tso, W., Rao, N., Jiang, F., Li, A. M., Lee, S. L., Ho, F. K., ... Ip, P. (2016). Sleep duration and school readiness of Chinese preschool children. *Journal of Pediatrics*, *169*, 266–271.

Twenge, J. M., Krizan, Z., & Hisler, G. (2017). Decreases in self-reported sleep duration among U.S. adolescents 2009-2015 and association with new media screen time. *Sleep Medicine*, *39*, 47–53.

van den Bulck, J. (2000). Is television bad for your health? Behavior and body image of the adolescent “couch potato”. *Journal of Youth and Adolescence*, *29*(3), 273–288.

van den Bulck, J. (2004). Television viewing, computer game playing, and Internet use and self-reported time to bed and time out of bed in secondary-school children. *Sleep*, *27*(1), 101–104.

van der Lely, S., Frey, S., Garbazza, C., Wirz-Justice, A., Jenni, O. G., Steiner, R., ... Schmidt, C. (2015). Blue blocker glasses as a countermeasure for alerting effects of evening light-emitting diode screen exposure in male teenagers. *Journal of Adolescent Health*, *56*(1), 113–119.

van der Molen, J. H. W., & Bushman, B. J. (2008). Children's direct fright and worry reactions to violence in fiction and news television programs. *The Journal of Pediatrics*, *153*(3), 420–424.

van de Water, A. T. M., Holmes, A., & Hurley, D. A. (2011). Objective measurements of sleep for non-laboratory settings as alternatives to polysomnography-A systematic review. *Journal of Sleep Research*, *20*(1), 183–200.

van Straten, A., Emmelkamp, J., de Wit, J., Lancee, J.,

Andersson, G., van Someren, E. J. W., Cuijpers, P. (2014). Guided Internet-delivered cognitive behavioural treatment for insomnia: A randomized trial. *Psychological Medicine*, *44*(7), 1521–1532.

Wahi, G., Parkin, P. C., Beyene, J., Uleryk, E. M., & Birken, C. S. (2011). Effectiveness of interventions aimed at reducing screen time in children: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, *165*(11), 979–986.

Werth, J., Atallah, L., Andriessen, P., Long, X., Zwartkruis-Pelgrim, E., Aarts, R. M. (2017). Unobtrusive sleep state measurements in preterm infants - A review. *Sleep Medicine Reviews*, *32*, 109–122.

Westerik, H., Renckstorf, K., Wester, F., & Lammers, J. (2005). The situational and time-varying context of routines in television viewing: An event history analysis. *Communications*, *30*(2), 155–182.

Wood, A. W., Loughran, S. P., & Stough, C. (2006). Does evening exposure to mobile phone radiation affect subsequent melatonin production? *International Journal of Radiation Biology*, *82*(2), 69–76.

Wood, B., Rea, M. S., Plitnick, B., & Figueiro, M. G. (2013). Light level and duration of exposure determine the impact of self-luminous tablets on melatonin suppression. *Applied Ergonomics*, *44*(2), 237–240.

Wu, X. Y., Tao, S. M., Zhang, Y. K., Zhang, S. C., & Tao, F. B. (2015). Low physical activity and high screen time can increase the risks of mental health problems and poor sleep quality among Chinese college students. *PLoS ONE*, *10*(3), e119607.

Xu, X. L., Zhu, R. Z., Sharma, M., & Zhao, Y. (2015). The influence of social media on sleep quality: A study of undergraduate students in Chongqing, China. *Journal of Nursing & Care*, *4*(3), 253.

Yi, Z. C., Shui, L. L., Wang, L., Jin, M. L., Hayes, R. A., Zhou, G. (2015). A novel driver for active matrix electrowetting displays. *Displays*, *37*, 86–93.

Zhou, H. Q., Shi, W. B., Wang, X. F., Yao, M., Cheng, G. Y., Chen, P. Y., Li, D. G. (2012). An epidemiological study of sleep quality in adolescents in South China: A school-based study. *Child: Care, Health and Development*, *38*(4), 581–587.

Žukauskas, A., Vaicekauskas, R., & Vitta, P. (2012). Optimization of solid-state lamps for photobiologically friendly mesopic lighting. *Applied Optics*, *51*(35), 8423–8432.

The effects of digital media usage on sleep: Mechanisms and interventions

CHEN Qingwei[1,2]; RU Taotao[1,3]; LUO Xue[1,2]; DONG Qiaoling[1,2]; ZHAI Diguo[1,3]; XIONG Xiao4; ZHOU Guofu[1,3,5]

(*[1] National Center for International Research on Green Optoelectronics, South China Normal University, Guangzhou 510006, China*) (*[2] Research Center of Light and Physio-psychological Health, School of Psychology, South China Normal University, Guangzhou 510631, China*) (*[3] Guangdong Provincial Key Laboratory of Optical Information Materials and Technology & Institute of Electronic Paper Displays, South China Academy of Advanced Optoelectronics, South China Normal University, Guangzhou 510006, China*) (*[4] Beijing Ipsos Market Consulting Co., Ltd, Beijing 100029, China*) (*[5] Shenzhen Guohua Optoelectronics Tech. Co. Ltd., Shenzhen 518110, China*)

Abstract: Sleep problems are more common with the prevalence of digital media devices. Subjective and objective research has shown evidence of negative sleep impacts of digital media usages. The underlying mechanisms involve sleep displacement, hyperarousal and effects of screen light and electromagnetic radiation. Sleep education, restriction of digital media usage and blocking blue light from screen can be promising options to alleviate the undesirable effects of digital media on sleep. More effort should be devoted to the integration of theoretical models, causality establishment between digital media and sleep, objectivization and standardization of measurements, refined classification of digital media user behaviors and local research.

Key words: digital media; sleep; sleep displacement; arousal; screen light; electromagnetic radiation